



# SKÚSENOSTI Z ANALÝZY HARDVÉRU REFERENČNÝCH STANÍC SKPOS

Ing. Pavol Ceizel, Ing. Karol Smolík,  
Ing. Branislav Droščák, PhD.

Geodetický a kartografický ústav Bratislava

[pavol.ceizel@skgeodesy.sk](mailto:pavol.ceizel@skgeodesy.sk), [karol.smolik@skgeodesy.sk](mailto:karol.smolik@skgeodesy.sk), [branislav.droscak@skgeodesy.sk](mailto:branislav.droscak@skgeodesy.sk)



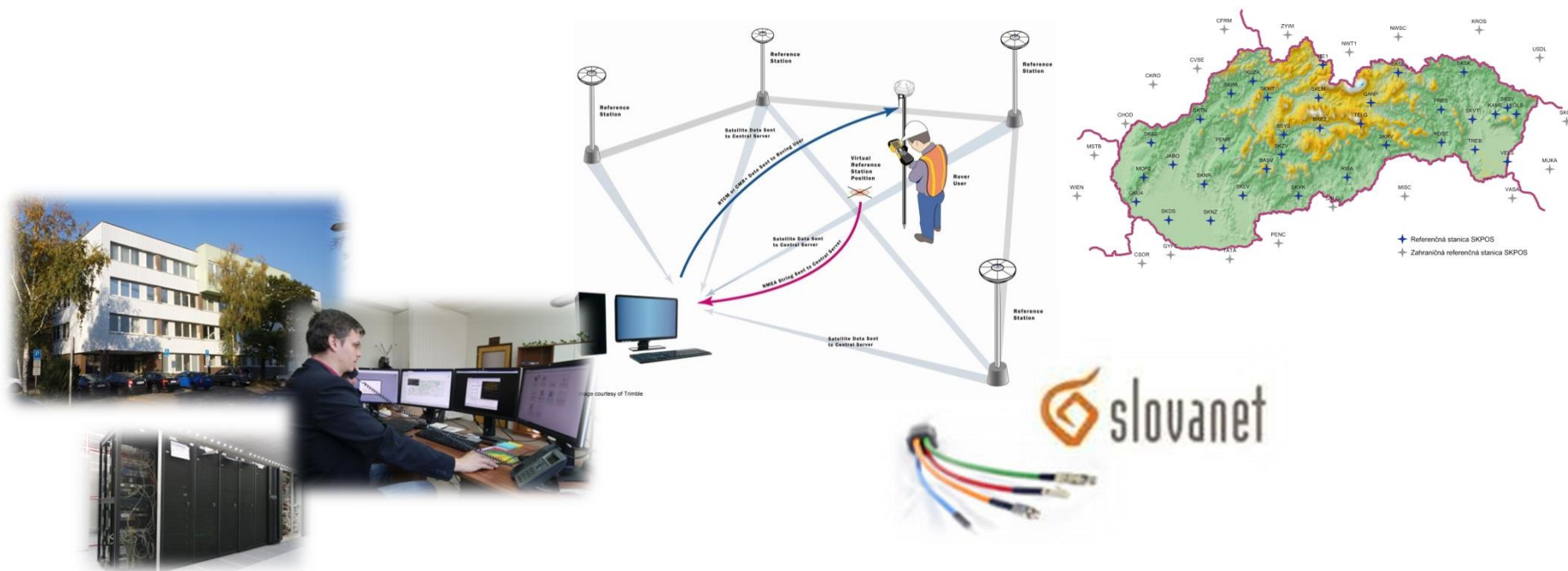
Medzinárodný seminár  
DRUŽICOVÉ METODY V GEODÉZII A KATASTRU  
2.2.2017, Brno, Česká republika

# Obsah

- SKPOS
- Manažment kvality SKPOS
- Výpočet súradníc referenčných staníc SKPOS
- Problémový vývoj časových radov súradníc
- Kontrola HW staníc SKPOS
  - Kontrola prijímačov
  - Kontrola antén
- Analýza parametrov získaných nástrojom TEQC
  - MP1, MP2

# SKPOS

- Slovenská priestorová observačná služba (SKPOS) je multifunkčný nástroj na presné určovanie polohy objektov a javov pomocou globálnych navigačných družicových systémov, ktorý umožňuje používateľom pracovať on-line alebo dodatočne v záväzných geodetických referenčných systémoch ETRS89 a S-JTSK (v realizácii JTSK03).



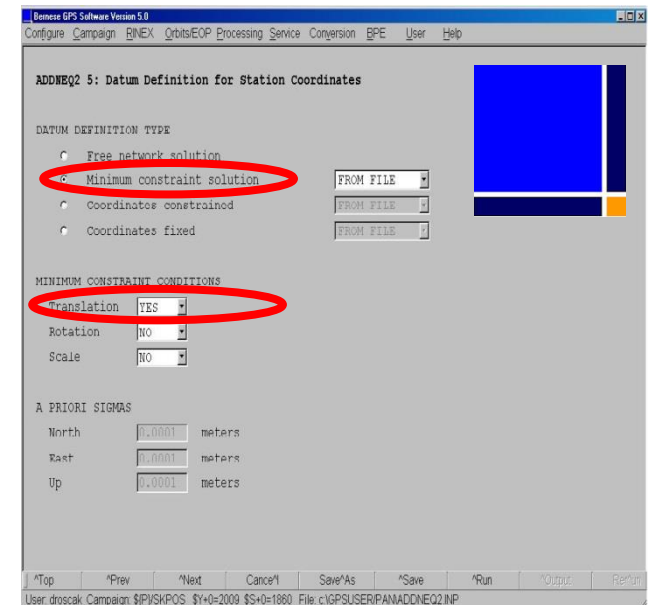


# Manažment kvality SKPOS

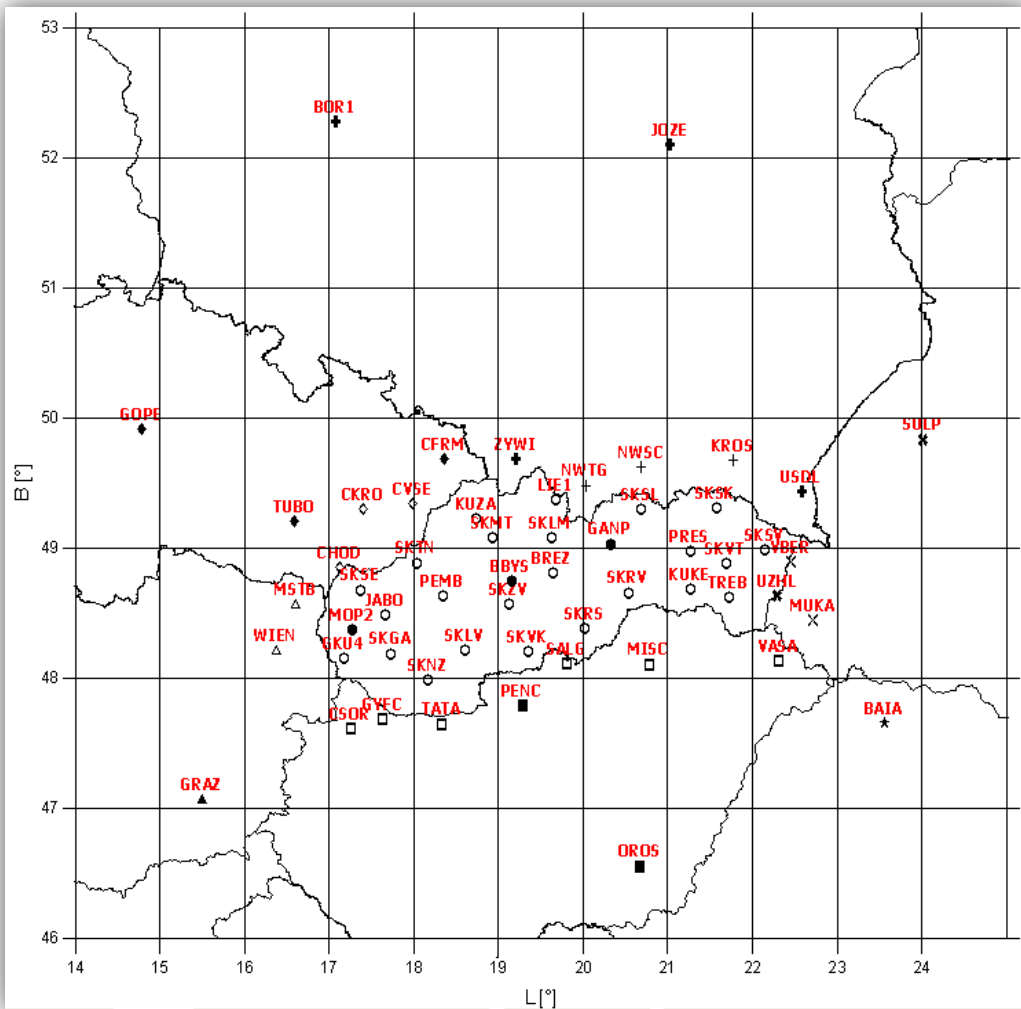
- Nepretržité sledovanie a monitorovanie integrity siete a jej jednotlivých súčastí
- Nepretržité monitorovanie kvality poskytovaného sieťového riešenia
- Nepretržité monitorovanie dostupnosti služby, toku poskytovaných korekcií, ich oneskorení a obsahu jednotlivých korekčných údajov
- Vykresľovanie a analyzovanie časových radov topocentrických súradníc referenčných staníc

# Výpočet súradníc referenčných staníc SKPOS

- Softvér Bernese 5.2
- Rutinný výpočet pre každý deň = presné spracovanie GNSS observácií
  - ITRS (ITRF2008)
  - Absolútne modely fázových centier antén
  - Presné finálne IGS efemeridy
  - GPS+GLONASS
- Vyrovnanie
  - podmienka Minimal Constraint – no net translation na vybratých EPN staniách
- Denné riešenia kombinované do týždenných (SINEX)
  - XYZ súradnice v ITRF2005
- Vykreslenie časových radov topocentrických súradníc v systéme ETRS89 (týždenné riešenia)



# Výpočet súradníc referenčných staníc SKPOS Sieť staníc (aktualizovať!!!!!!!!!!)



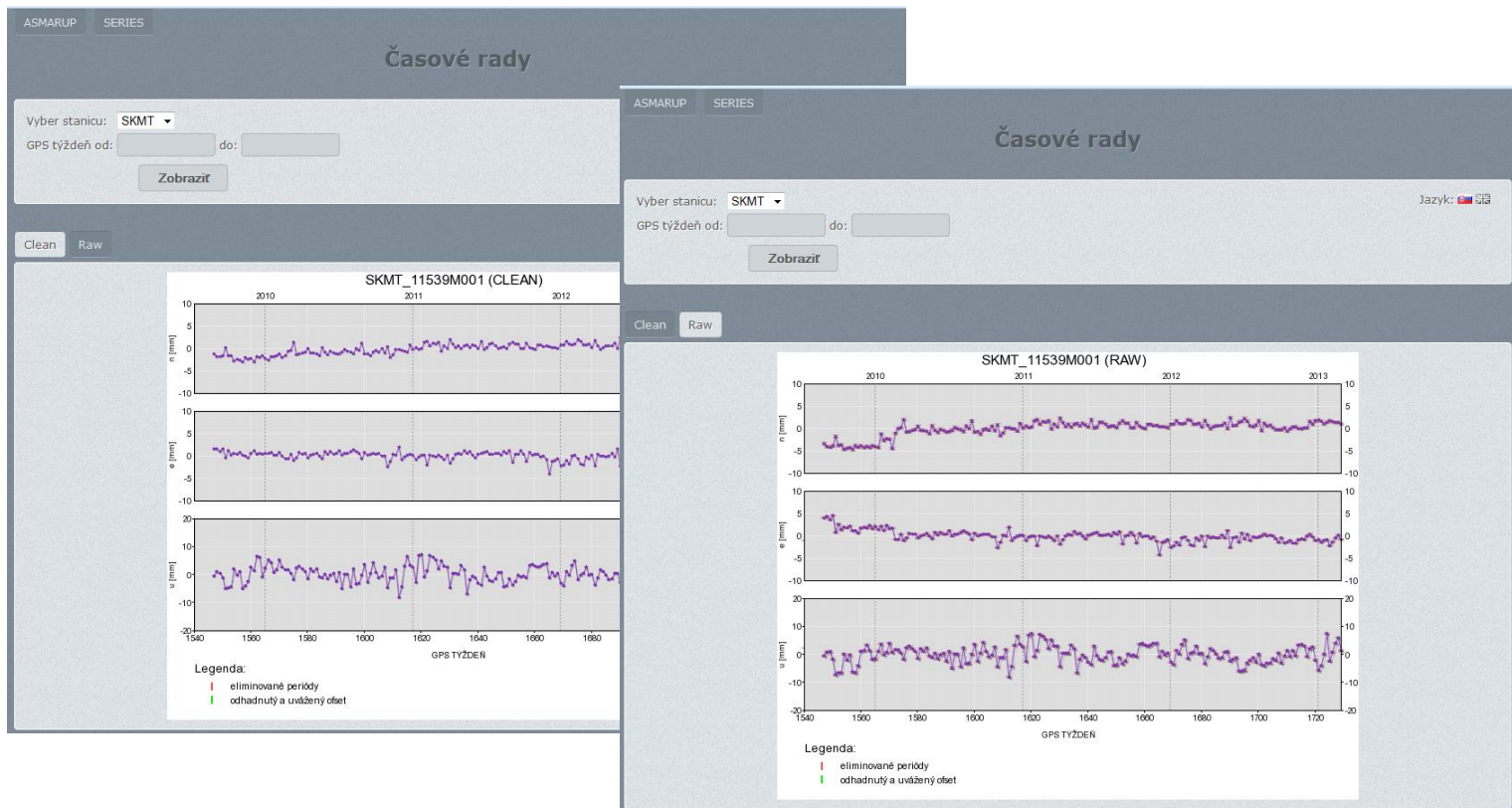
- SKPOS int 30/1 EPN
- SKPOS ext 2/2 EPN
- APOS 3/1 EPN
- GNSSnet.hu 8/2 EPN
- CZEPOS 6/3 EPN
- ASG-EUPOS 7/4 EPN
- ZAKPOS 3/1
- EPN 2

---

Spolu 61 staníc

# Vykreslenie časových radov súradníc staníc SKPOS

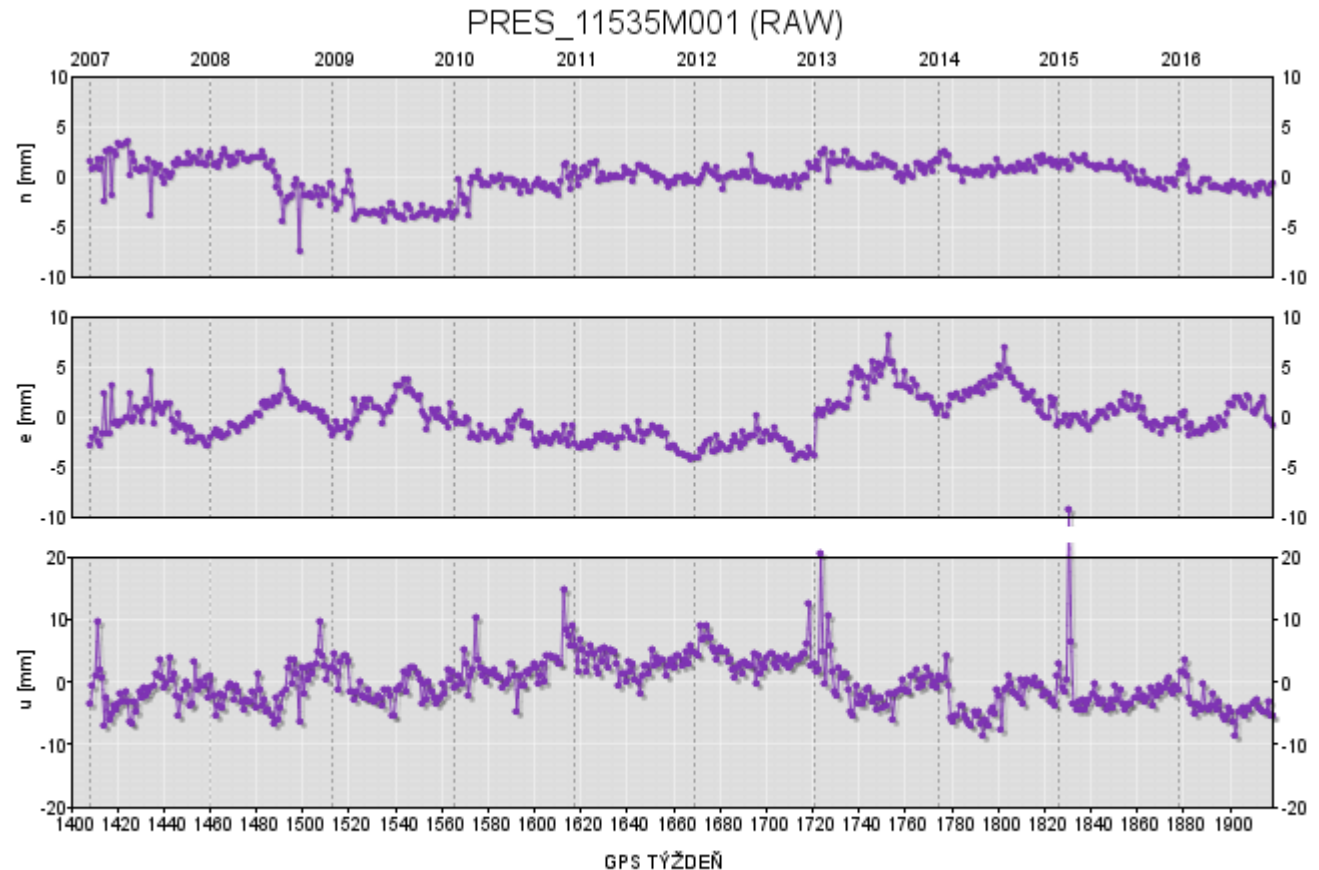
- Aplikácia ASMARUP/Timeseries
- Raw = „surové“ alebo Clean = „vyčistené“





# Príklady bezproblémových časových radov súradníc staníc SKPOS (všade doplniť aj línie)

- PRES

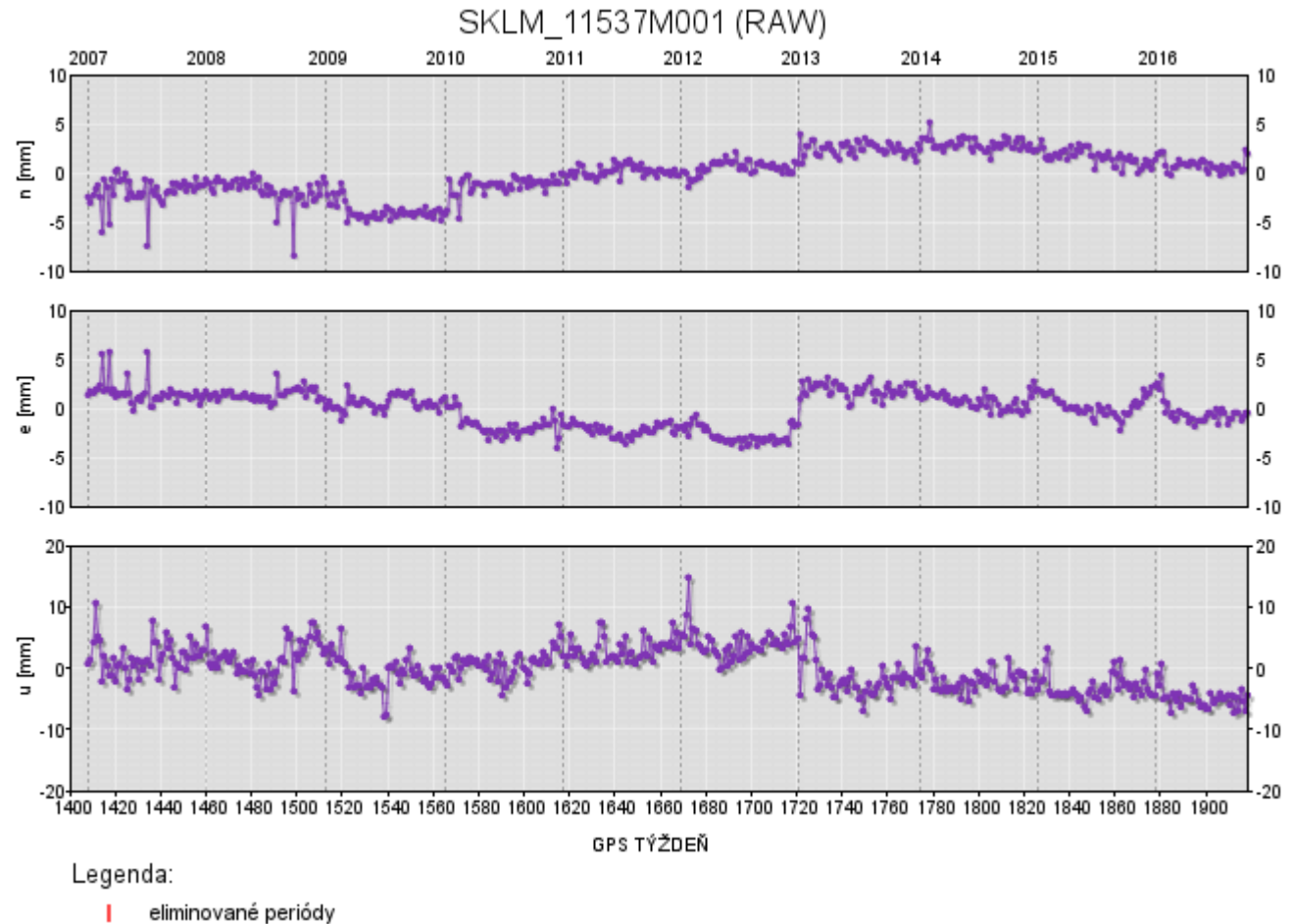


Legenda:

█ eliminované periódy

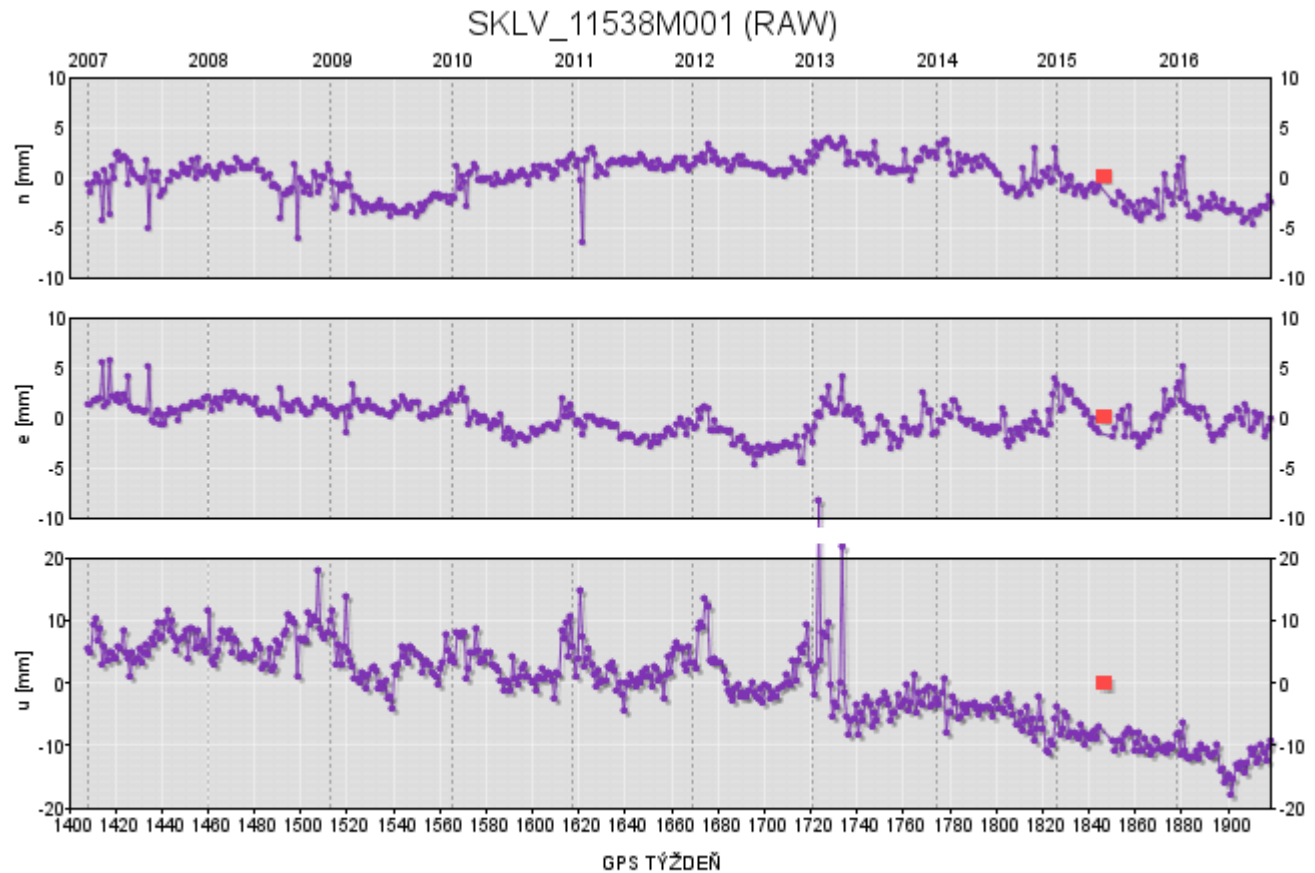
# Príklady bezproblémových časových radov súradníc staníc SKPOS

- SKLM



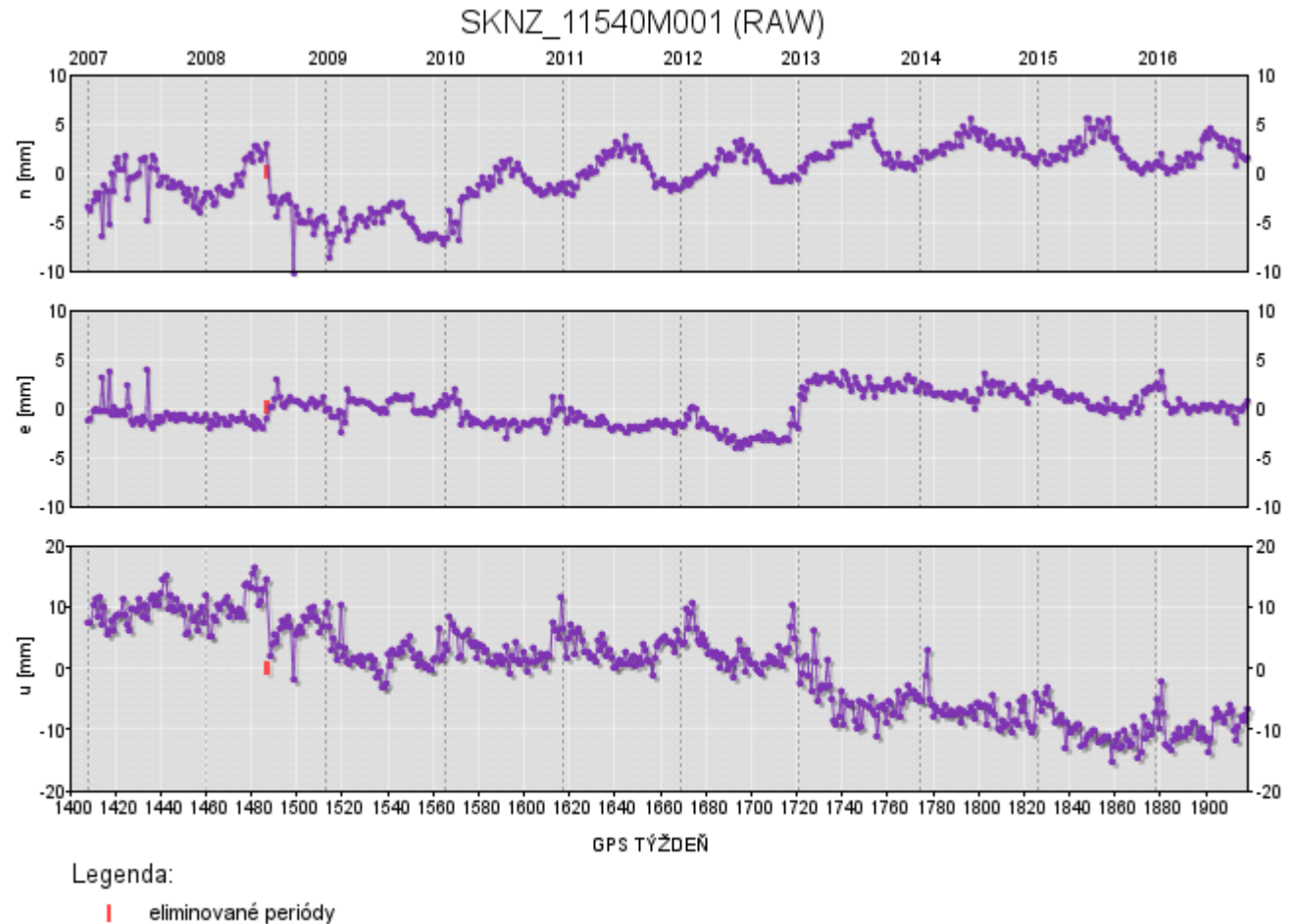
# Príklady bezproblémových časových radov súradníc staníc SKPOS

- SKLV



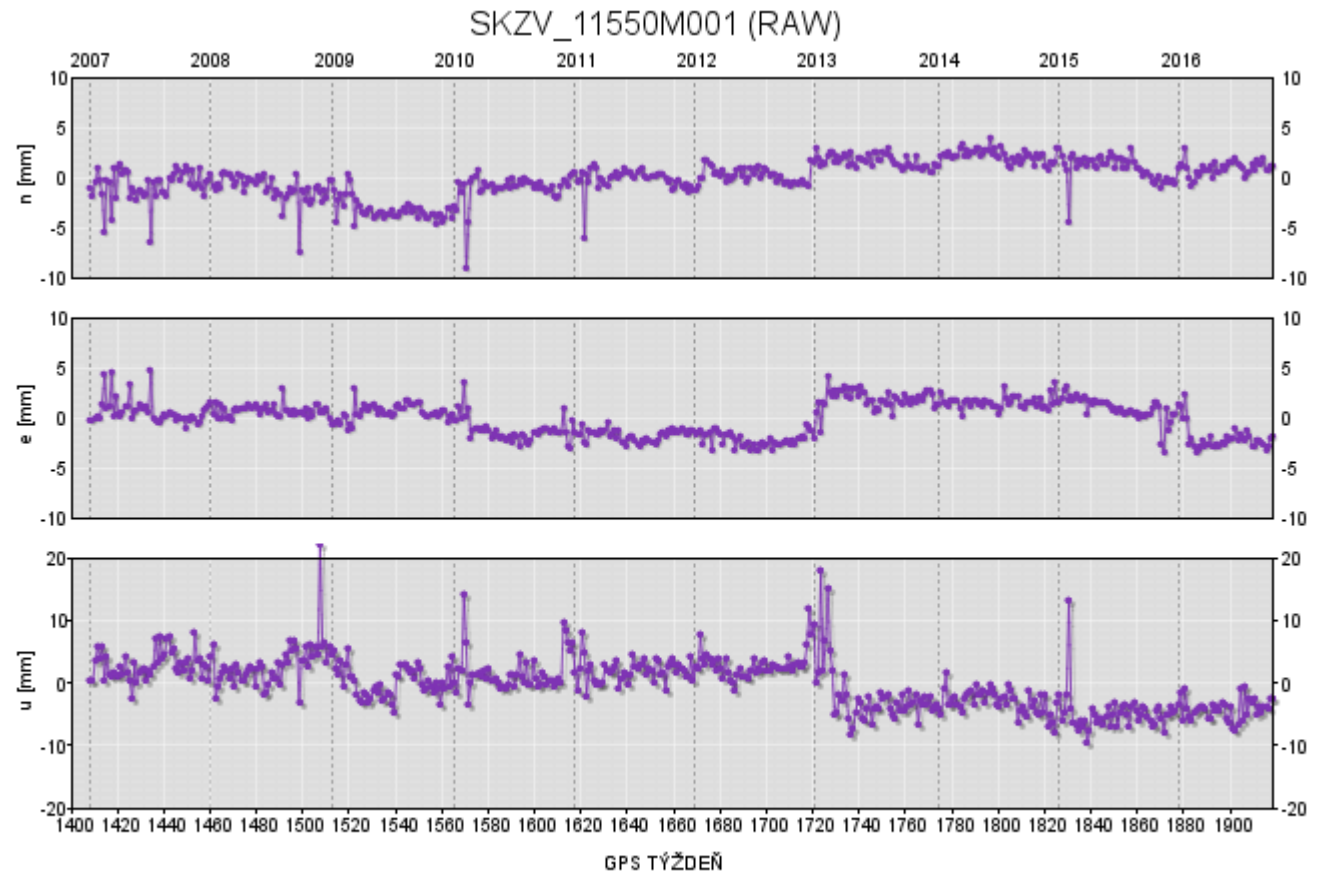
# Príklady bezproblémových časových radov súradníc staníc SKPOS

- SKNZ



# Príklady bezproblémových časových radov súradníc staníc SKPOS

- SKZV

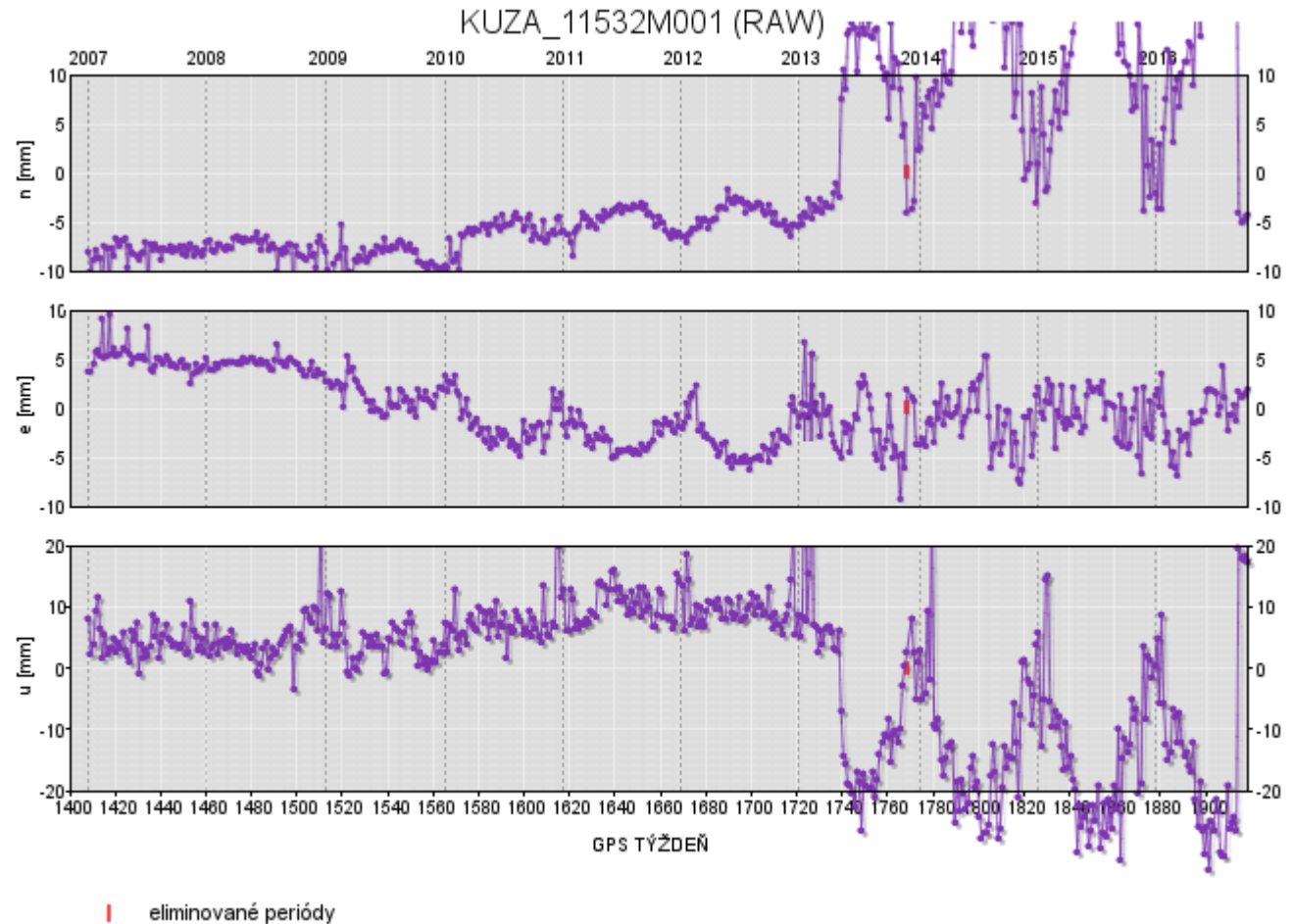


Legenda:

█ eliminované periódy

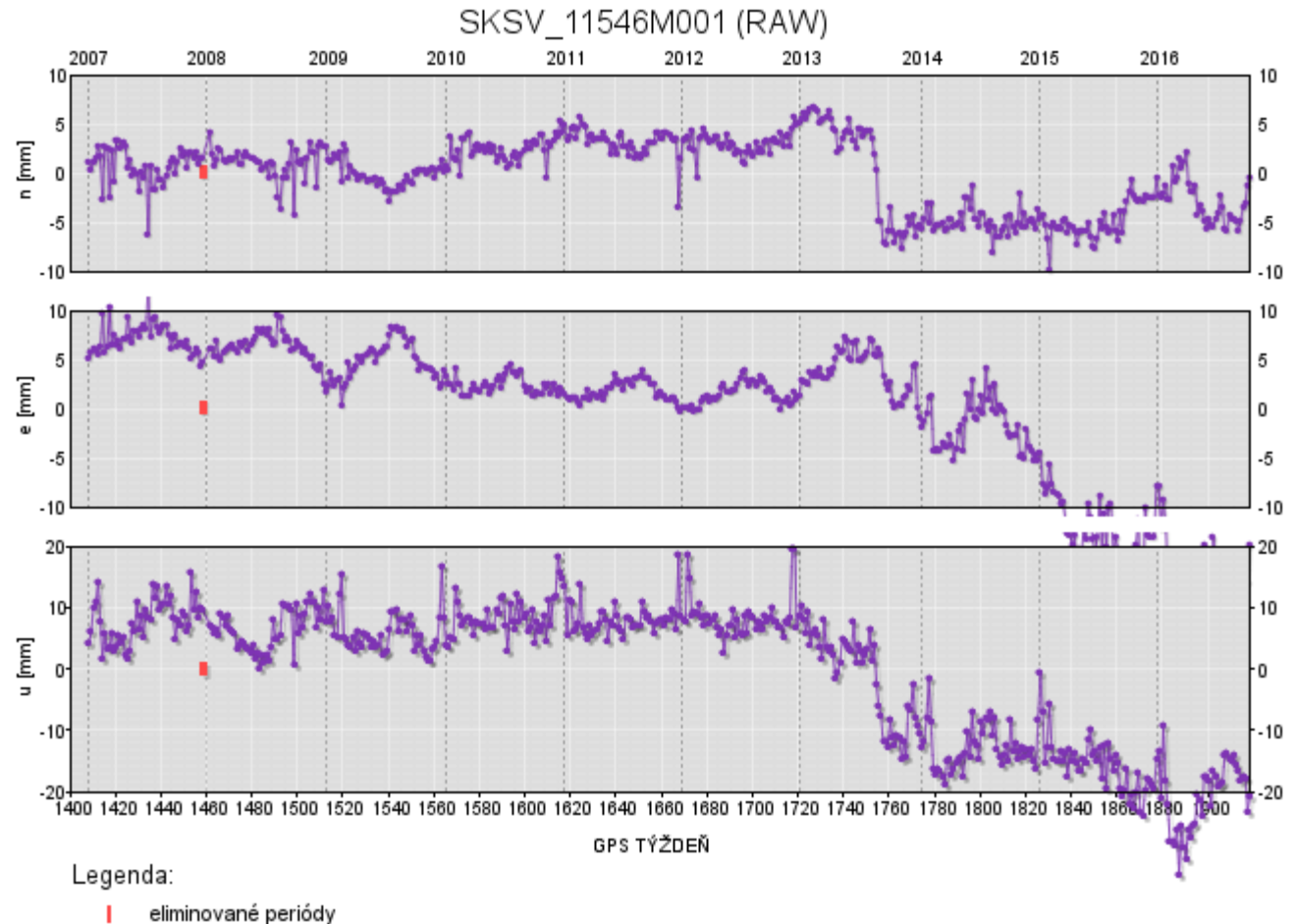
# Príklady časových radov súradníc staníc SKPOS s detekovaným anomálnym správaním

- KUZA



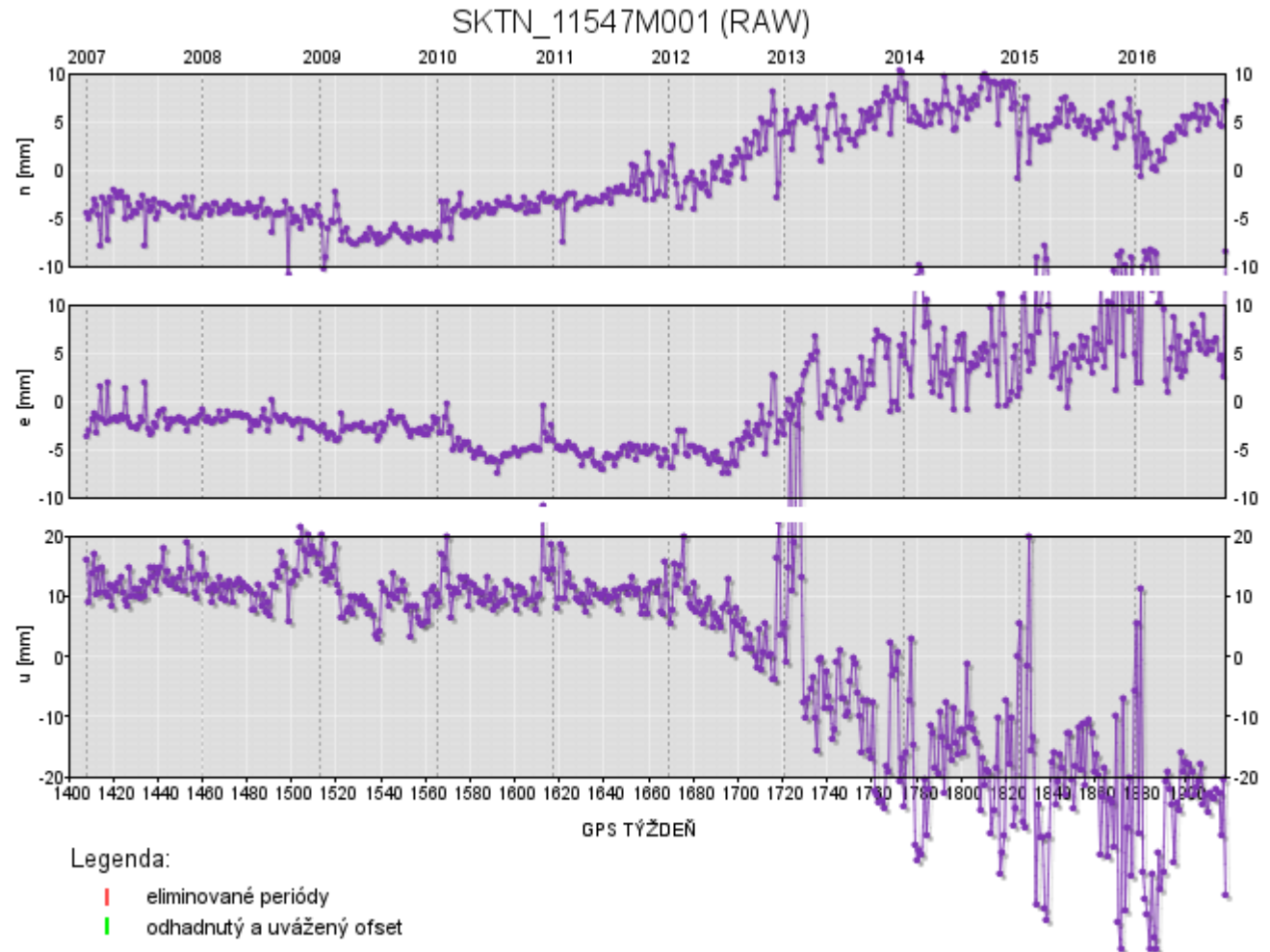
# Príklady časových radov súradníc staníc SKPOS s detekovaným anomálnym správaním

- SKSV



# Príklady časových radov súradníc staníc SKPOS s detekovaným anomálnym správaním

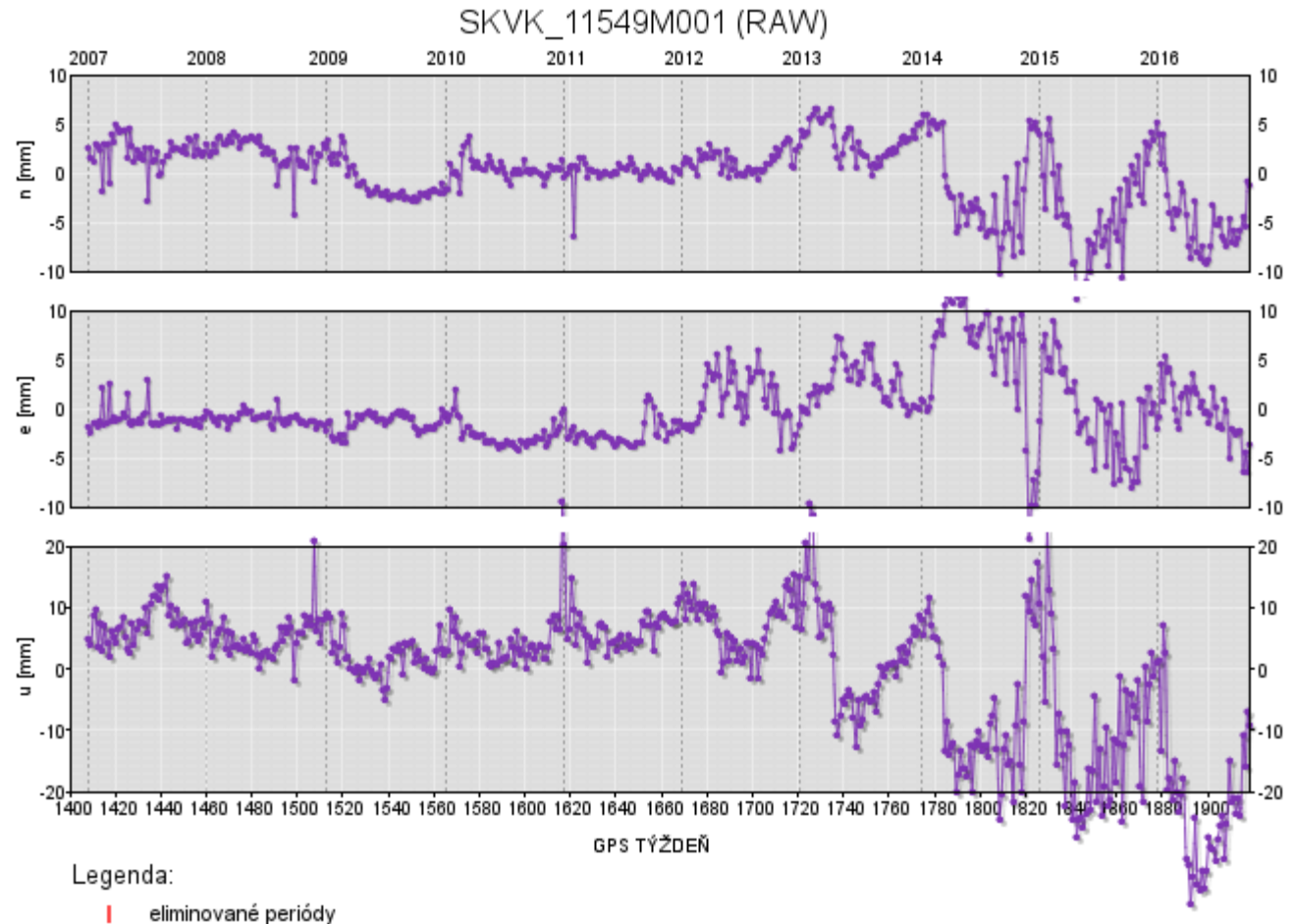
- SKTN





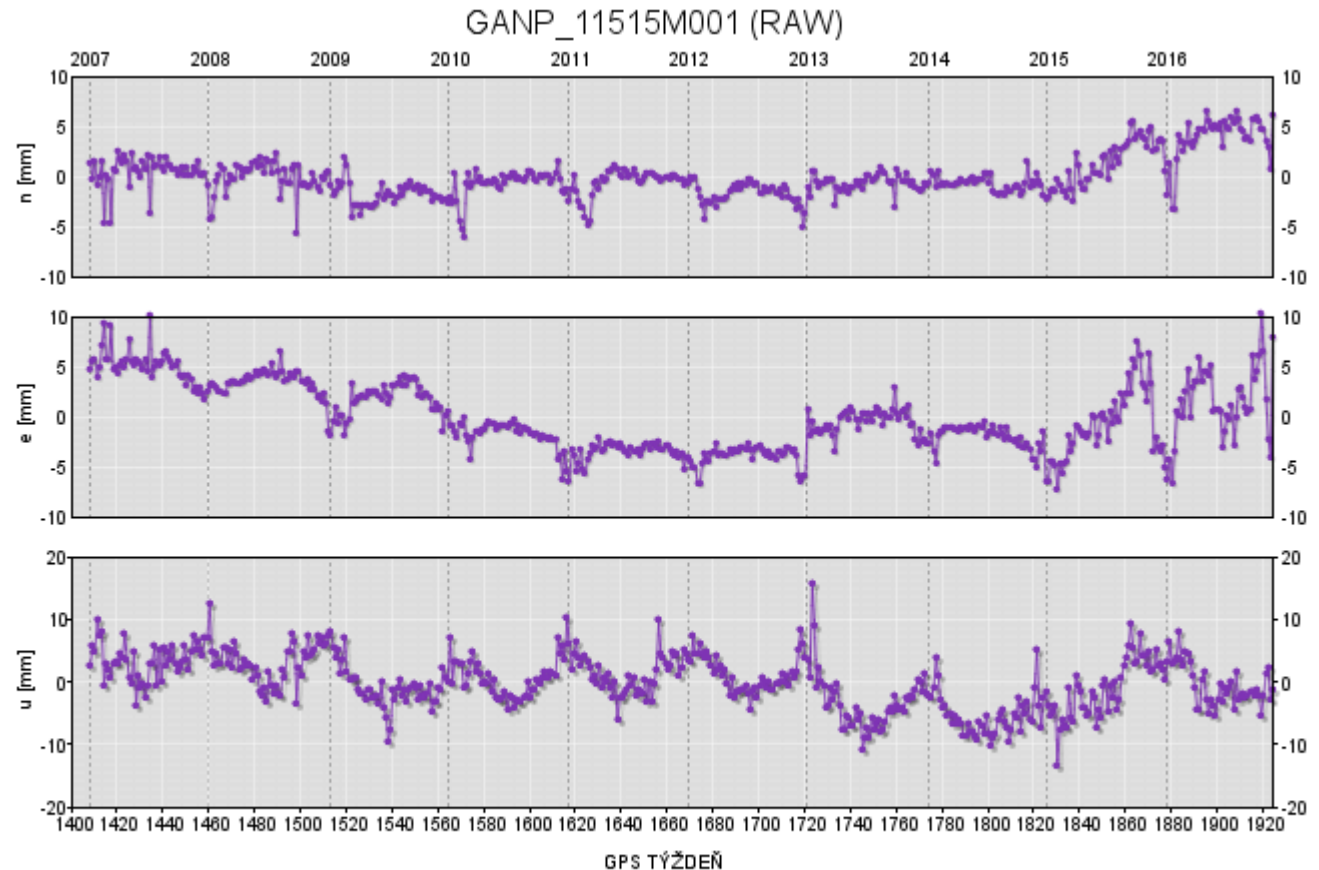
# Príklady časových radov súradníc staníc SKPOS s detekovaným anomálnym správaním

- SKVK



# Príklady časových radov súradníc staníc SKPOS s detekovaným anomálnym správáním

- GANP



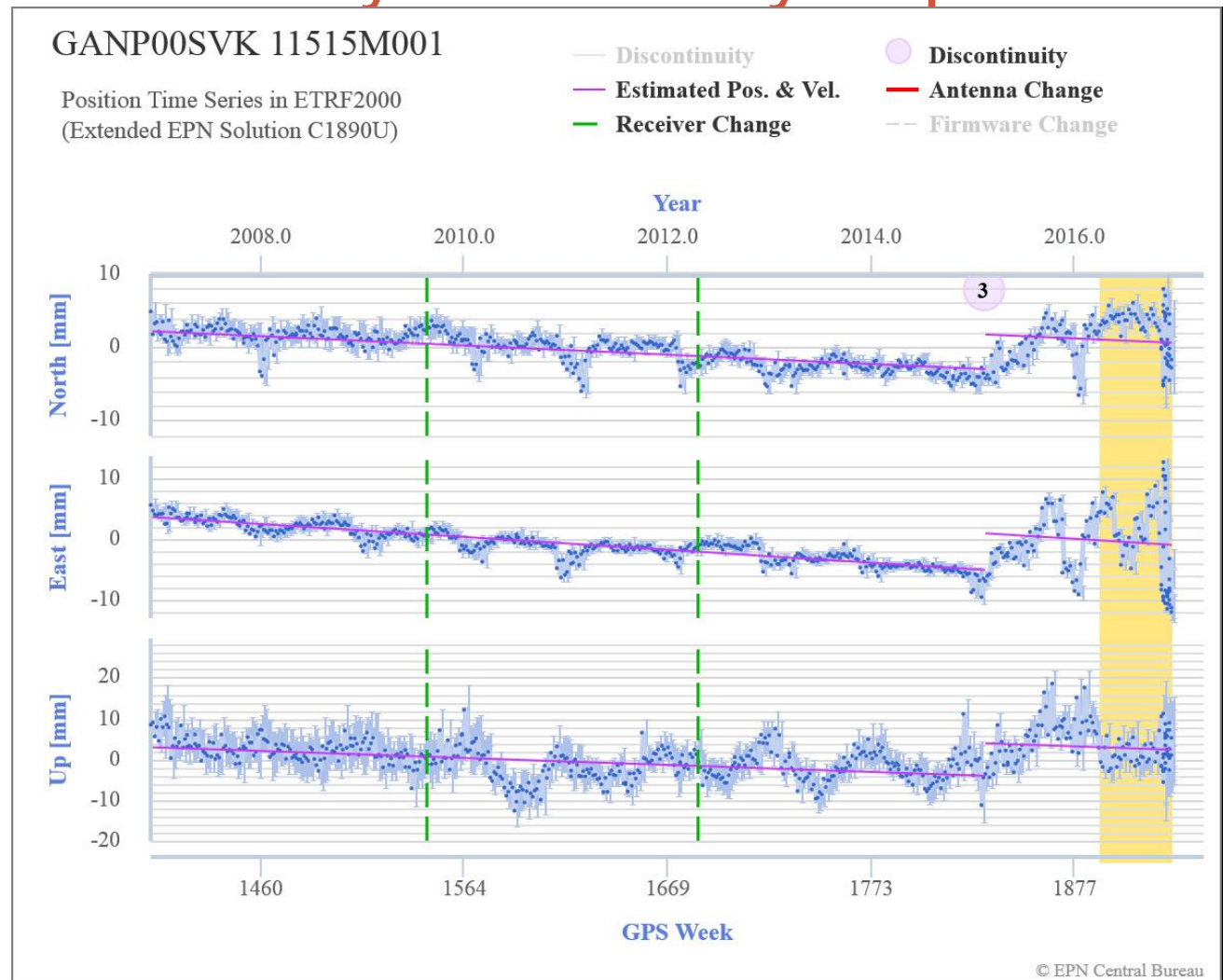
Legenda:

█ eliminované periódy

# Príklady časových radov súradníc staníc SKPOS s detekovaným anomálnym správaním

- GANP

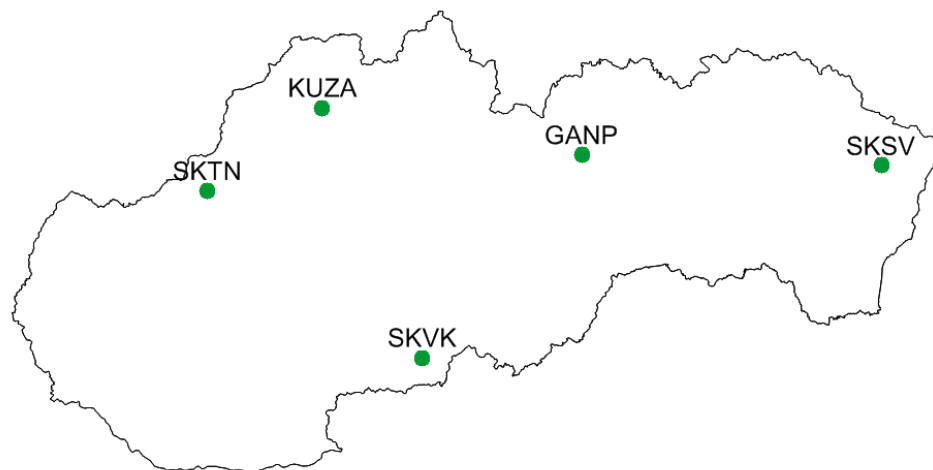
- EPN  
extended  
solution



# Stanice SKPOS s detekovaným anomálnym správaním časových radov súradníc

## SKPOS stanice

- GANP (Gánovce)
- KUZA (Žilina)
- SKSV (Snina)
- SKTN (Trenčín)
- SKVK (Veľký Krtíš)



# Popis detekovaných anomálii - “problémov”

Stanica	Odhad dátum začiatku „problému“	Popis „problému“
GANP	Marec 2015	Zväčšenie rozptylu v zložkách n, e.
SKTN	Apríl 2012	Zväčšenie rozptylu a nadobudnutie klesajúceho trendu v zložke u.
KUZA	Marec 2013	Výrazná periodicitu s amplitúdou až 2.5 cm v zložkách n, u.
SKVK	Február 2014	Skokový vývoj so zväčšeným rozptylom hodnôt a klesajúcim trendom v zložke u.
SKSV	Júl 2014	Nadobudnutie klesajúceho trendu v zložke e.

# Možné dôvody “problémov”

- ~~Chybný spôsob výpočtu súradníc?~~
- ~~Chybný softvér na konvertovanie binárnych údajov do tvaru RINEX?~~
- Chybný hardvér referenčných staníc (prijímač, anténa, kábel)?
- Chybná stabilizácia ?
- Anomálie spôsobené lokálnou geodynamikou?



# Analýza anomálii (problémov)

## Kontrola prijímačov

- dva prijímače súčasne pripojené na jednu anténu
- stanice KUZA, SKTN, SKVK a GANP v priebehu roka 2015
- pripojenie cca jeden mesiac
- výpočet súradníc v Trimble Pivot Platform

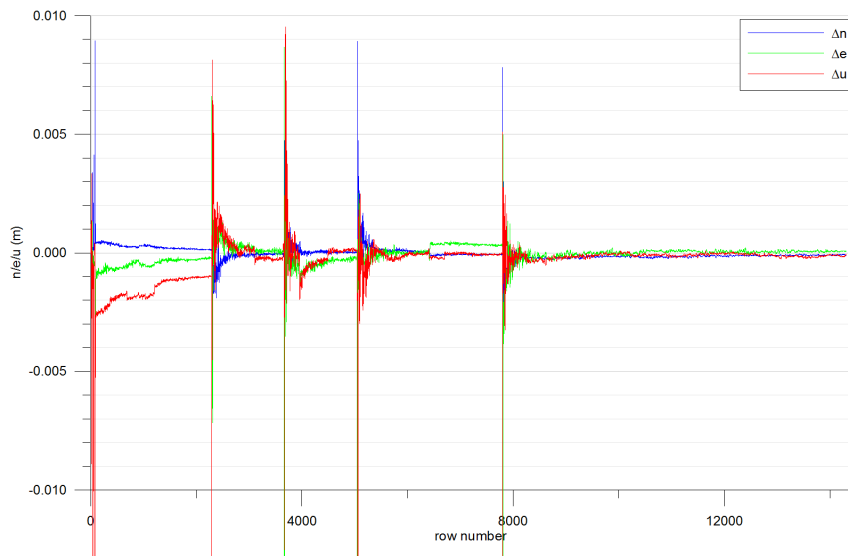


# Analýza anomálii (problémov)

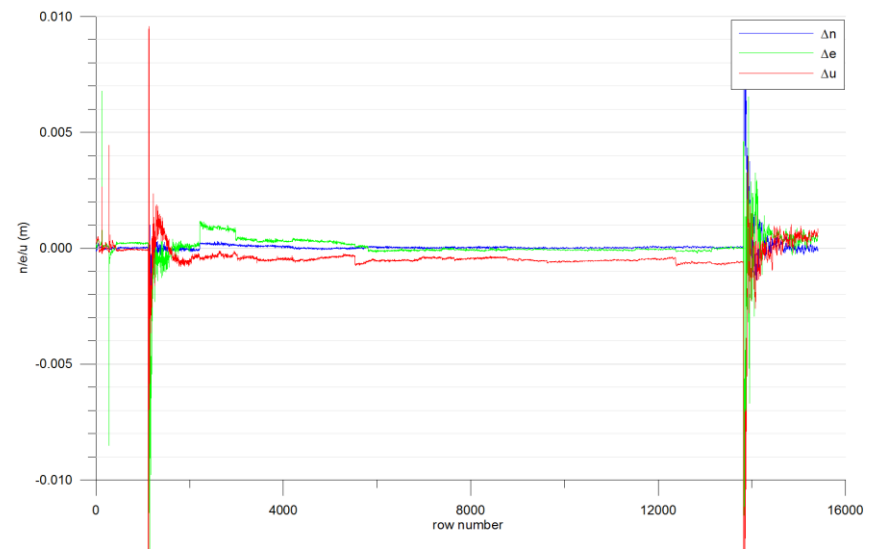
## Kontrola prijímačov

- Trimble Pivot Platform
- hodinový a 15 minútový krok počas cca jedného mesiaca
- vykreslený rozdiel v súradniciach medzi oboma prijímačmi ( $\Delta n$ ,  $\Delta e$ ,  $\Delta u$ )

KUZA



SKTN



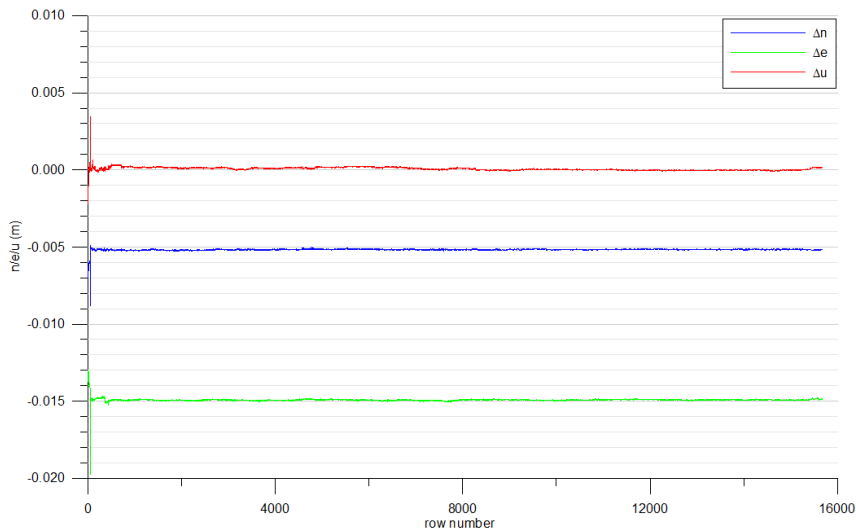


# Analýza anomálii (problémov)

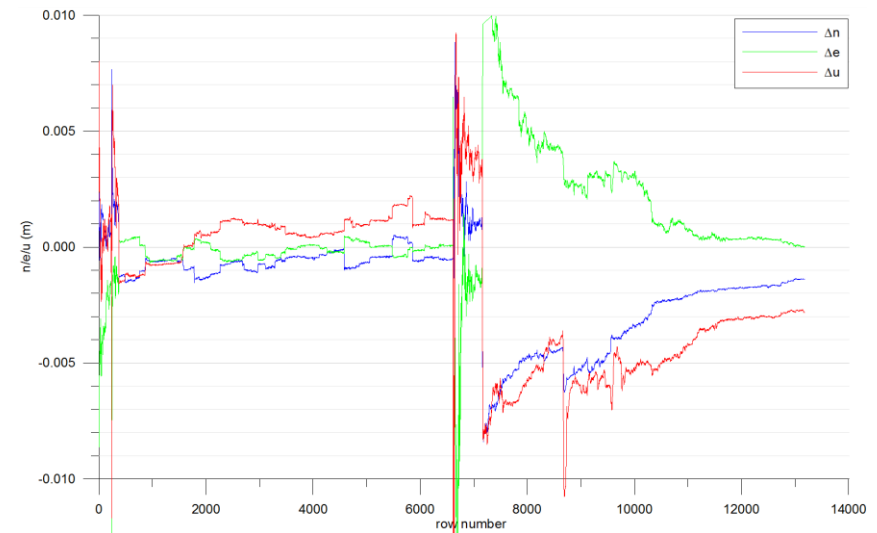
## Kontrola prijímačov

- Trimble Pivot Platform
- hodinový a 15 minútový krok počas cca jedného mesiaca
- vykreslený rozdiel v súradniciach medzi oboma prijímačmi ( $\Delta n$ ,  $\Delta e$ ,  $\Delta u$ )

GANP



SKVK



# Analýza anomálii (problémov)

## Kontrola prijímačov

GANP ✓

SKTN ✓

KUZA ✓

SKVK ?

**Tab.1** Štatistiky z porovnania dvoch prijímačov súčasne pripojených na jednu anténu na jednotlivých staniach. Štatistiky sú vypočítané z absolútnej hodnoty rozdielu súradníc z oboch prijímačov.

stanica	GANP [mm]			KUZA [mm]			SKTN [mm]			SKVK [mm]		
	$\Delta n$	$\Delta e$	$\Delta u$	$\Delta n$	$\Delta e$	$\Delta u$	$\Delta n$	$\Delta e$	$\Delta u$	$\Delta n$	$\Delta e$	$\Delta u$
<b>súradnica</b>												
<b>priemer</b>	5,17	14,91	0,09	0,21	0,29	0,53	0,12	0,11	0,30	2,03	1,54	2,86
<b>STD</b>	0,07	0,08	0,09	0,77	1,48	2,51	0,88	1,24	1,24	2,01	2,37	2,45
<b>medián</b>	5,17	14,91	0,06	0,13	0,13	0,15	0,04	0,11	0,49	1,38	0,43	2,71

# Analýza anomálii (problémov)

## Kontrola antén (doplniť fotky staníc)

- Kontrola vykonaná na dvoch staniciach:
  - GANP
    - EPN (EUREF Permanent Network)
    - IGS (International GNSS service)
  - KUZA
    - najextrémnejšie odchýlky v súradniciach



# Analýza anomálii (problémov) Kontrola antén – stanica GANP

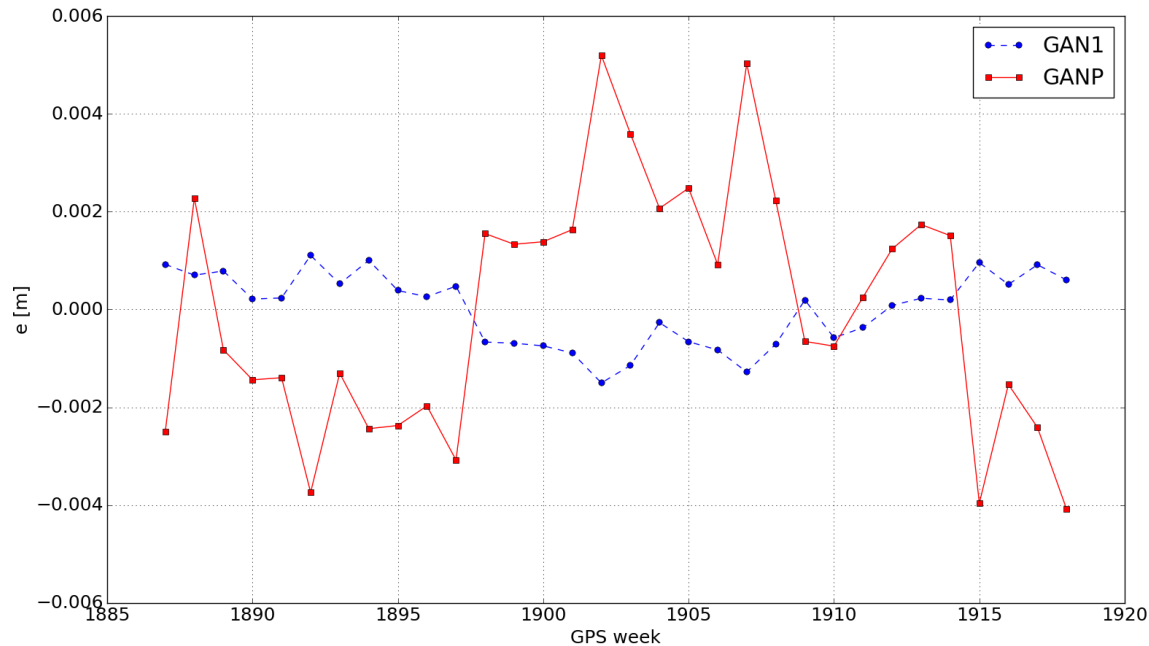
- GANP a GAN1



# Analýza anomálii (problémov)

## Kontrola antén – stanica GANP

- GAN1 pripojené na rutinné spracovanie v Bernese 5.2
- od 9.3.2016 neustále monitorované

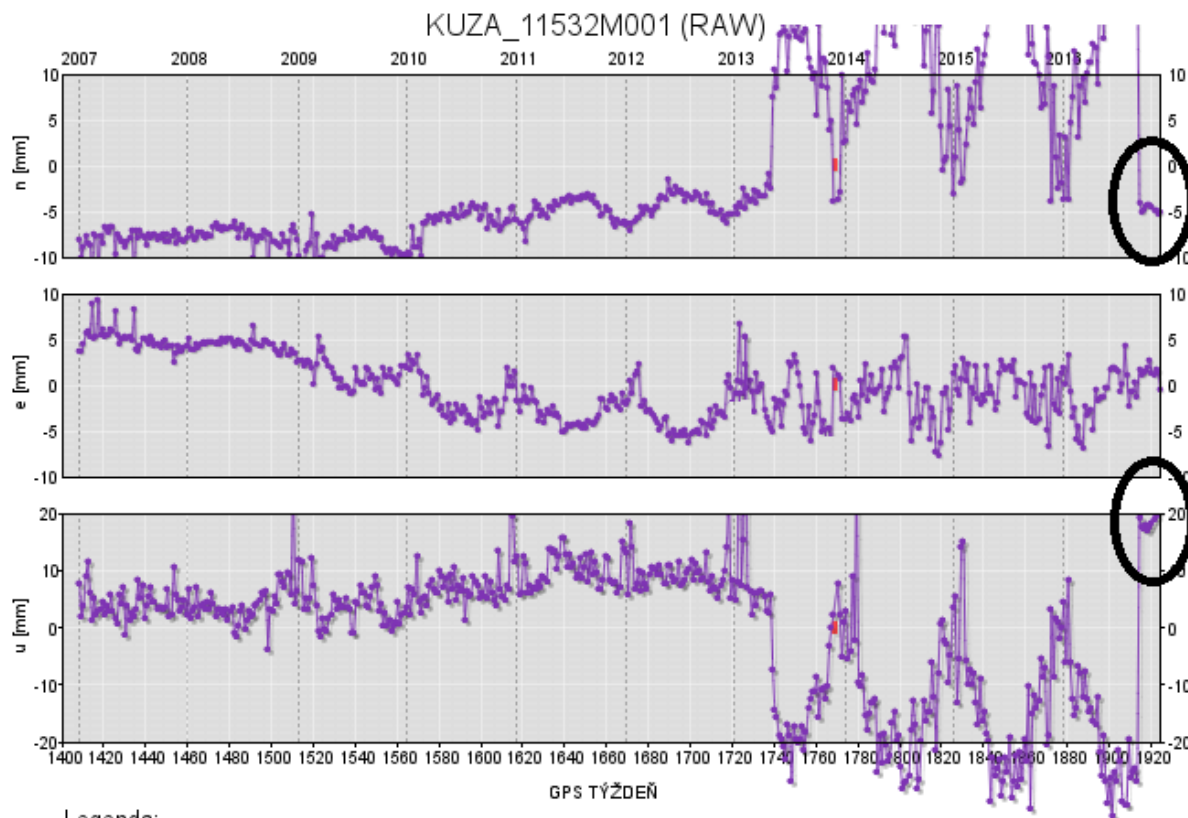


Zobrazenie priebehu súradnicovej zložky  $e$  staníc GANP a GAN1 v ETRS89.

# Analýza anomálii (problémov)

## Kontrola antén – stanica KUZA

- 14.9.2016 výmena antény aj prijímača



# Analýza anomálii (problémov)

## Analýza parametrov získaných nástrojom TEQC

- Kontrola kvality observačných údajov
  - MP1
  - MP2
  - Počet observácií
  - Percento observácií
  - ...
- 
- **Doplniť ukážku výstupu z TEQC**

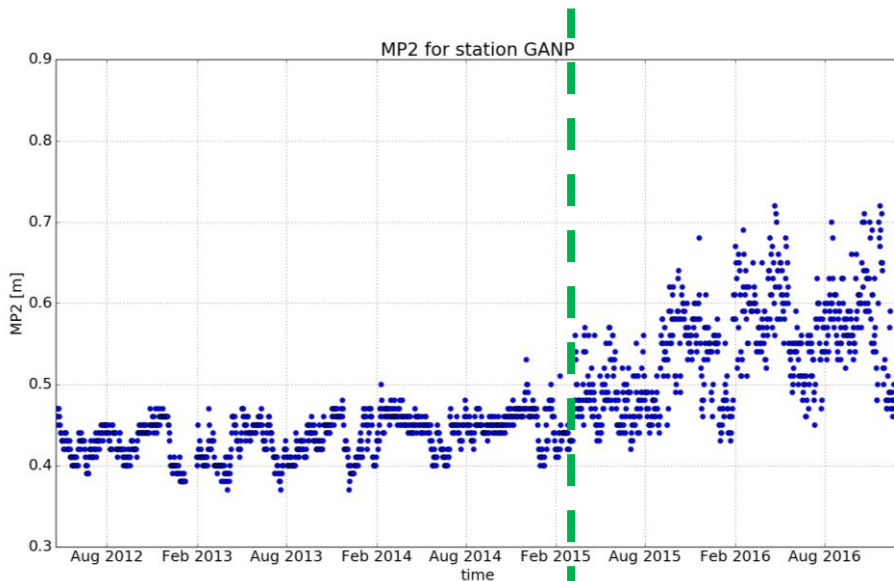


# Analýza anomálii (problémov)

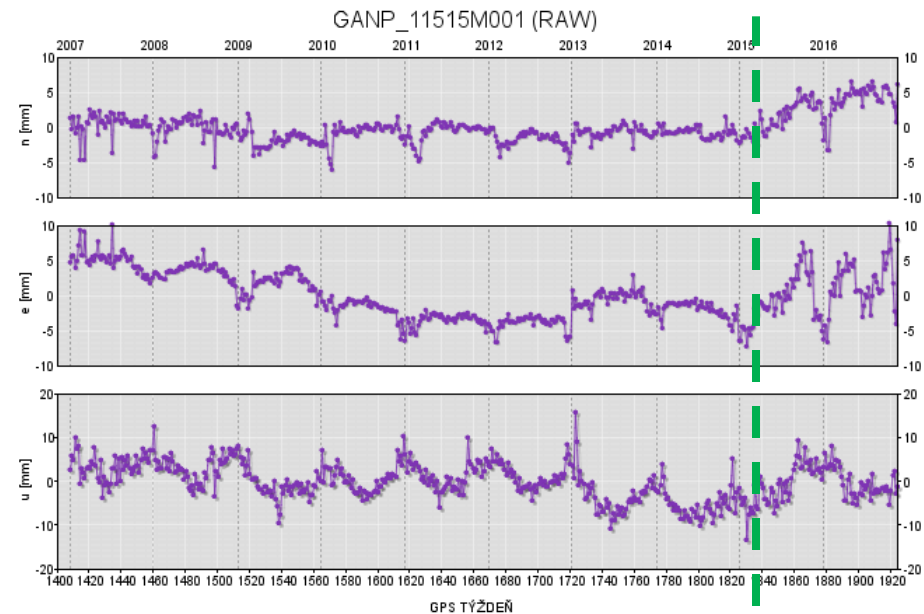
## Analýza parametrov MP1 a MP2

- Efekt viaccestného šírenia sa signálu (multipath)
- Vykreslenie priebehu od roku 2012 pre každý deň

GANP MP2



GANP n, e, u

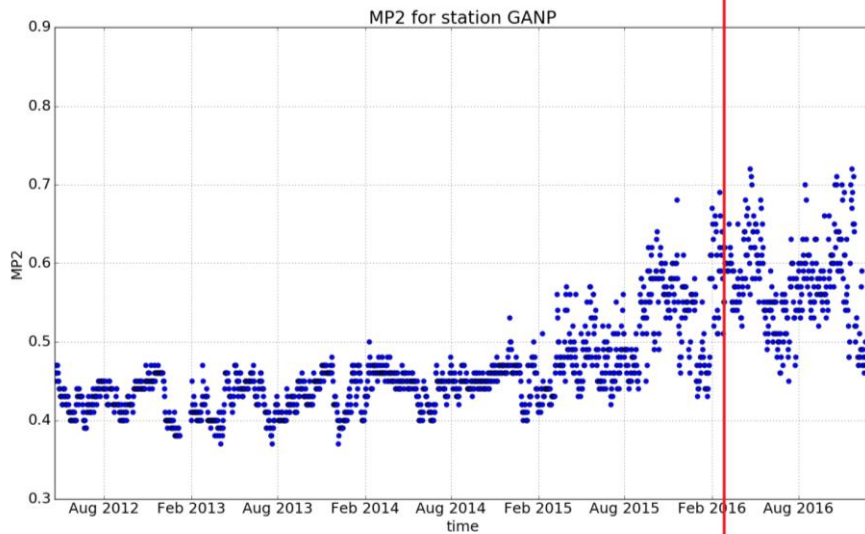




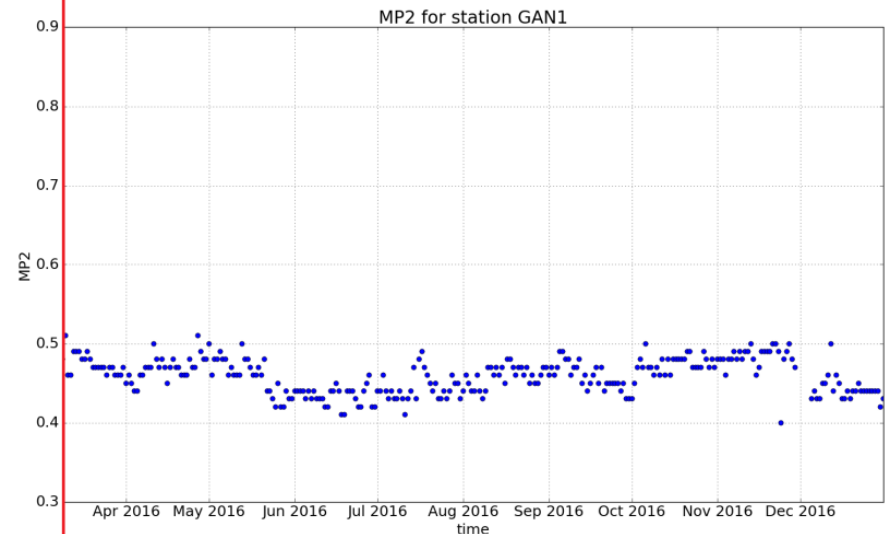
# Analýza anomálii (problémov) MP2 na staniciach GANP a GAN1

- Vzdialenosť medzi anténami GANP a GAN1 je cca 0,5m

## GANP

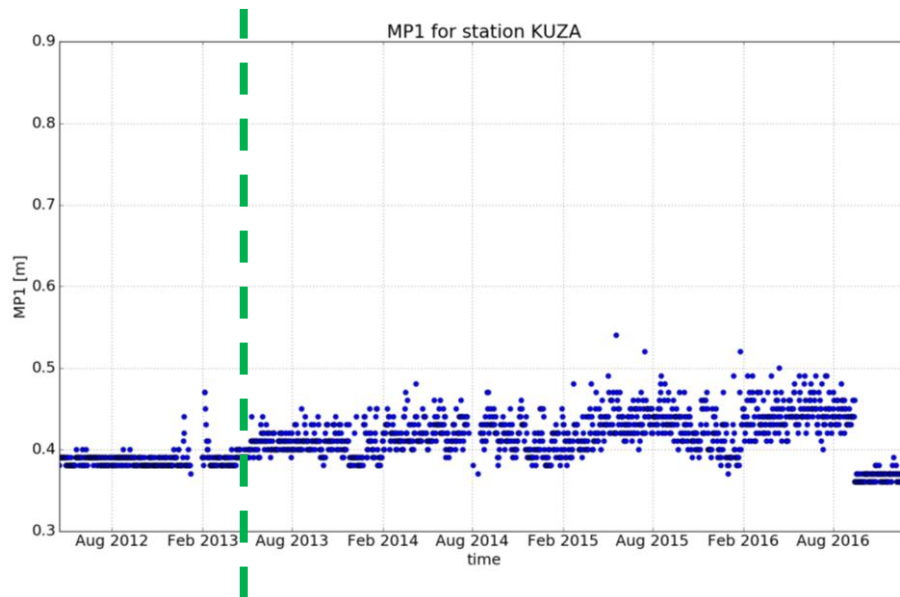


## GAN1

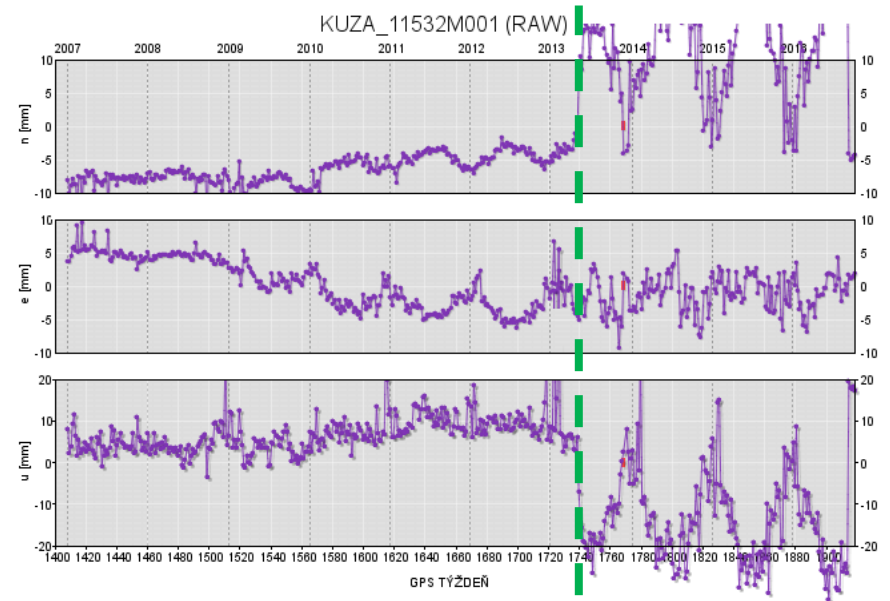


# Analýza anomálii (problémov) MP1 na stanici KUZA

KUZA MP1



KUZA n, e, u



# Záver

- hľadanie príčin anomálneho správania sa permanentných staníc a odhaľovanie prípadných porúch ich hardvérových komponentov je ťažká a dlhotrvajúca úloha.
- predstavených bolo niekoľko spôsobov ako pri takejto úlohe postupovať
- napriek tomu, že analýzy sú vykonávané už rok a pol, stále nevieme jednoznačne povedať, ktorý z hardvérových komponentov je problémový a ako sa podobným situáciám vyhnúť v budúcnosti
- v súčasnosti pracujeme na odstránení problémov výmenou
- vymenené komponenty plánujeme podrobiť ďalším analýzám, aby bola odhalená chybná časť



**Ďakujem za pozornosť**

**Ing. Pavol Ceizel**

Geodetický a kartografický ústav Bratislava

pavol.ceizel@skgeodesy.sk